

ИЗУЧЕНИЕ МЕТОДОМ НАНОИНДЕНТИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ ПОКОВОК ИЗ СТАЛИ 75Х3МФ

Белонос А.В., Шишкина Е.В.

Научный руководитель: д.-ф.-м.н., проф. кафедры физики ИНФО УрФУ

Чикова О.А.

ОАО «Уралмашзавод» г. Екатеринбург

Металлографическое изучение микроструктуры образцов высокоуглеродистой сложнолегированной стали марки 75Х3МФ средствами атомно-силовой микроскопии показало наличие карбидной сетки. Авторы предположили, что наличие карбидных включений по границам зерен может повлиять на акустические свойства среды, создавая дополнительные источники рассеивания ультразвуковых колебаний и ослабляя амплитуду полученного отраженного сигнала, при прочих равных условиях. С целью получения экспериментальных данных для сравнительной оценки акустических свойств строчечных карбидов и матрицы провели измерение модуля Юнга фазовых составляющих материала образцов методом наноиндентирования. В результате рассчитаны коэффициенты отражения и прохождения ультразвуковых колебаний по интенсивности ($R;D$) на границе раздела фаз.

Для исследований использовали сканирующий зондовый микроскоп и наносклерометрический модуль Зондовой нанолаборатории NTEGRA Prima (НТ-МДТ, г. Зеленоград). Сканирующий зондовый микроскоп (СЗМ) NTEGRA был оснащен зондовыми датчиками NSG01 со следующими характеристиками: высота зонда $10\div 15$ мкм, угол раствора зонда $\leq 22^\circ$, радиус закругления острия зонда $10\div 15$ нм. Исследование поверхности образцов на NTEGRA Prima проводилось в полуконтактном режиме атомно-силовой микроскопии (пк-АСМ). Обработка и анализ полученных СЗМ-изображений велись с помощью программных пакетов Nova (НТ-МДТ, Зеленоград, Россия) и SPIP (Image Metrology, Дания). Калибровка наносклерометрического модуля осуществлялась по пластине, изготовленной из плавленого кварца, с известными значениями модуля Юнга и твёрдости. Нагружение на инденторе увеличивали по нарастающей в диапазоне от 1мН до 10мН. При проведении эксперимента применялся зондовый датчик типа Probe B-S-10-NOVA, в качестве рабочей части которого используется алмазная призма Берковича. Отпечатки индентора измерялись по результатам пак-АСМ. Исследования выполнены на базе ЦКП «Современные нанотехнологии» ИЕН УрФУ.

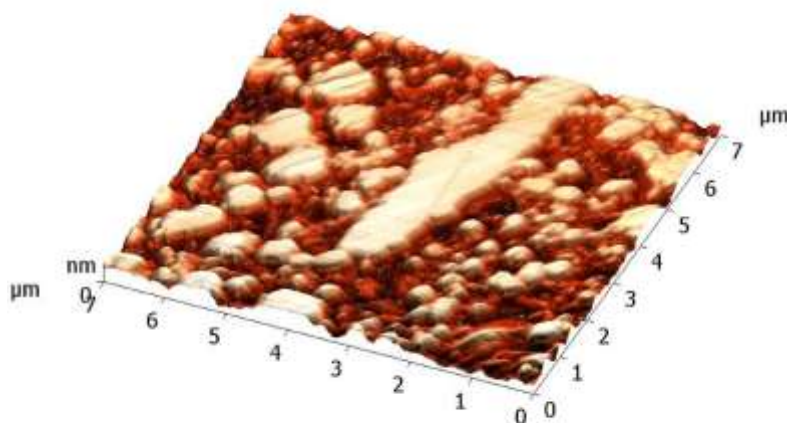


Рис. 1. 3d-изображение поверхности образца стали марки 75Х3МФ ,
пк-АСМ

Для мелких карбидов сферической морфологии размером 1-2 мкм получено среднее значение модуля Юнга $E=93,75\pm1,25$ ГПа; крупные карбиды характеризуются средним значение модуля упругости $E=90,9\pm1,5$ ГПа; для матрицы среднее значение модуля упругости $E=167,3\pm1,8$ ГПа. Таким образом, обнаружено значительное отличие величины модуля Юнга для карбидной фазы и матрицы, что непременно должно сказаться на акустических характеристиках образцов, содержащих скопления карбидной фазы.